

PROPOSTA DE MODELO PARA IMPLANTAÇÃO DE PROCESSO DE PROJETO UTILIZANDO O CONCEITO BIM EM ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA

Proposed Model to Implement Design Process Using BIM Concept in Architectural Offices

Marcele Ariane Lopes Garbini¹, Douglas Queiroz Brandão¹

RESUMO Este trabalho trata do modelo de processo de projeto utilizando BIM (*Building Information Modeling*) em escritórios de arquitetura. O conceito de BIM surgiu há mais de trinta anos, no entanto vem sendo divulgado com maior abrangência no mercado da construção civil apenas nos últimos dez anos. As vantagens de sua adoção são visíveis nos projetos, considerando o aumento na rapidez do desenvolvimento e na qualidade, dentre outros benefícios. O objetivo desta pesquisa está em propor um modelo de processo de projeto, utilizando o conceito BIM voltado para escritórios de arquitetura, de tal forma que estes possam obter um grau maior de eficiência na sua utilização. Fundamenta-se metodologicamente em estudos de casos múltiplos, interpretados qualitativamente e realizados em escritórios nas cidades de Cuiabá, São Paulo e Goiânia, perfazendo quatro empresas. Na fase de preparação foi elaborado um protocolo de pesquisa com questões para a coleta de dados nos escritórios. A condução dos estudos foi de ordem exploratória, por meio de documentos, entrevistas e observação direta. Nas entrevistas foram obtidos dados de caracterização da empresa e dados sobre o desenvolvimento dos projetos: planejamento para implantação da BIM; tecnologia da informação; processo de projeto e procedimentos de trabalho. Após a validação, foi realizada uma análise comparativa destas informações, onde ficaram claras as mudanças ocorridas nos processos de projeto, nos procedimentos de trabalho e na capacitação da equipe técnica dos escritórios. Dentre os produtos desta pesquisa, destaca-se a proposta de um modelo de processo de projeto que é o objeto do presente artigo. Este modelo se compõe de diretrizes de trabalho e de instrumentos para o desenvolvimento dos projetos nos escritórios de arquitetura que vem, paulatinamente, realizando a migração para os sistemas BIM.

PALAVRAS-CHAVE Escritórios de arquitetura, processo de projeto, qualidade de projeto, *Building Information Modeling*.

¹Grupo Multidisciplinar de Estudos da Habitação (GHA), Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Cuiabá, MT, Brasil

How to cite this article:

GARBINI, M. A. L.; BRANDÃO, D. Q. Proposta de modelo para implantação de processo de projeto utilizando o conceito BIM em escritórios de arquitetura. *Gestão e Tecnologia de Projetos*, São Paulo, v. 9, n. 1, p. 7-24, jan./jun. 2014. <http://dx.doi.org/10.11606/gtp.v9i1.89990>

Fonte de financiamento: CAPES.

Conflito de interesse: Declaram não haver.

Submetido em: 04 jul., 2013
Aceito em: 04 ago., 2014

ABSTRACT This paper presents a model of the design process using BIM (Building Information Modeling) which is proposed to benefit architectural offices. The concept of BIM has been around for over thirty years, but it has been released more comprehensive in construction market just in the last ten years. The advantages of its use are visible, considering the indisputable increase in the speed and quality of design and other benefits described in this work. Thus, the aim of this work is to propose a model of the design process, using BIM for architectural firms in order to achieve a higher degree of efficiency by those offices. This research was conducted on multiple case studies methodology applied to four architectural offices located in the cities of Cuiabá, Goiânia and São Paulo, resulting in a comprehensive number of qualitative data. In preparing the study a research protocol issues for data collection was designed and the conduct of the case studies followed an exploratory order through documentation work, interviews and direct observation in the offices. The steps for the interview were prepared in accordance with information about the company, the development of projects, the planning for implementation of BIM, the information technology used, the design process adopted and the work procedures. After validation, a comparative analysis of the whole information was performed and it was possible to identify significant changes in the design processes, in the work procedures and in training the technical staff of the offices, in the four cases studied. The most important product of this work is a design process model which is composed of directions to work and instruments for the development of projects in architectural offices which have been migrating to BIM systems.

KEYWORDS Architectural offices, design process, design quality, Building Information Modeling.

INTRODUÇÃO

O projeto tem fator determinante sobre o desempenho de uma edificação e, nas décadas recentes, vem sendo apontado como o principal responsável pela origem de patologias nas construções. Nos anos 1990 essa constatação já vinha sendo destacada em vários estudos como, por exemplo, o trabalho de Picchi (1993).

Fabrizio e Melhado (1998) citam, dentre as principais deficiências dos projetos, a ausência de informações necessárias às atividades de produção do edifício, ou mesmo a desconsideração da fase de produção nas soluções adotadas pelo projeto. Isso leva as equipes de obra a decidirem por si próprias a respeito de características que não foram previamente especificadas. Melhado (1994) foi um dos que organizou as questões de qualidade do projeto e ressaltou a importância da gestão do processo de projeto. Vale destacar o compêndio organizado por este autor sobre a gestão e coordenação de projetos de edificações (MELHADO, 2005), onde é apresentado o processo de projeto no modo que se pode denominar de tradicional, ou seja, ainda sem considerar a adoção da BIM (*Building Information Modeling*), objeto de discussões e análises do presente trabalho.

As dimensões da qualidade do projeto apresentam-se organizadas por Fabrizio, Ornstein e Melhado (2010), sendo a qualidade da gestão do processo de projeto uma das oito dimensões classificadas. Esta dimensão, segundo estes autores, inclui o planejamento do processo de projeto como um dos itens de desempenho a serem considerados.

A despeito dos problemas de construção, falhas e patologias originados ainda pela ausência de maiores cuidados com o projeto, em suas várias dimensões, verifica-se que a comunidade da construção passou a se conscientizar mais sobre a importância da melhoria do processo de projeto para o sucesso do empreendimento, adotando novos critérios de qualidade e competitividade. Isso foi destacado nos trabalhos de Romano, Back e Oliveira (2001) e Romano (2003), referindo-se ao final dos anos 1990 e início dos anos 2000 no Brasil.

Segundo Ayres Filho (2009), processo de projeto é, essencialmente, uma sequência de aprimoramentos em um conjunto de informações a ser transmitido para as fases subsequentes. Mesmo pequenos projetos na indústria da construção produzem uma enorme quantidade de informações e, por isso, os benefícios do uso de tecnologias da informação (TI) são muitos. Entretanto, há uma grande distância entre a pesquisa em tecnologia da informação aplicada à construção civil e os métodos realmente praticados pela indústria no cotidiano, tanto no Brasil como em outros países.

A indústria da construção tem um caráter eminentemente conservador, o que torna difícil a incorporação dos avanços, mantendo um atraso tecnológico em relação a outros segmentos da indústria (NASCIMENTO; SANTOS, 2001). Um bom processo de projeto, conduzido com o auxílio de ferramentas de tecnologia de informação adequadas, é o pilar fundamental para a qualidade dos processos de construção e dos edifícios resultantes (MOUM, 2006).

ADVENTO DA TECNOLOGIA BIM

Building Information Modeling (BIM) é, conforme Eastman et al. (2008, p. 13), “uma tecnologia de modelagem e um grupo associado de processos para produção, comunicação e análise de modelos de construção”.

De acordo com Andrade e Ruschel (2009a, b), a utilização de uma prática baseada em BIM pode ter um papel decisivo na melhoria das fases do projeto, auxiliando na geração de propostas coerentes com as solicitações dos clientes, na integração dos projetos, entre si e com a construção, e na redução do tempo

e do custo da construção. Em síntese, BIM constitui uma prática de projeto integrada e colaborativa na qual os envolvidos no processo convergem suas habilidades para elaboração de um *modelo único*¹.

São três os aspectos fundamentais da tecnologia BIM: a modelagem paramétrica para desenvolvimento deste modelo único; a interoperabilidade para integração e colaboração e troca de informações dos envolvidos; e, a possibilidade de gestão e avaliação do projeto em todo o seu ciclo de vida. Essa capacidade de gestão e avaliação dos vários aspectos do empreendimento permite, por meio de tecnologia, tratar do projeto verdadeiramente como multidimensional (RUSCHEL et al., 2010).

O uso do modelo virtual baseado em BIM como único repositório de informações do projeto, onde diversas entradas - feitas por diferentes especialidades e projetistas - são automaticamente traduzidas em múltiplas saídas como documentos de planilhas, desenhos técnicos e dados para a construção digital, da concepção à produção (OLIVEIRA, 2011).

Ruschel et al. (2010) explicam que entre as possibilidades apresentadas pela BIM, as de grande interesse são as interações entre a tecnologia e o processo de projeto. Entre elas, a principal é a mudança das formas de aquisição do conhecimento no processo de projeto, ou seja, no processo particular de solução de problemas. Segundo estes autores, a BIM não se resume a uma forma de representação posterior às atividades de criação ou síntese, mas se configura como uma tecnologia que modifica a própria forma de desenvolver a dinâmica do projetar.

Como consequência do início da difusão da tecnologia BIM no Brasil, existe a necessidade de formalizar e desenvolver conhecimentos sobre este tema. Além disso, de acordo com Koskela et al. (2011), a implementação da BIM não é considerada tão somente uma simples inovação tecnológica, mais que isso, trata-se de mudanças no ambiente sociocultural da indústria da construção civil.

Assim, é importante discutir os problemas e também as soluções já desenvolvidas por profissionais e pesquisadores da área. Somente dessa forma é possível delinear o que está sendo feito e onde é possível implantar melhorias, para que a adoção do conceito BIM aconteça de forma eficiente nos escritórios de projeto.

OS ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA E O PROCESSO DE PROJETO BASEADO EM BIM

Fabício, Melhado e Grilo (2002) explicam que, com a crescente informatização dos escritórios de projeto, verifica-se uma tendência, ou ao menos uma possibilidade, de realizar simulações para soluções de projeto, envolvendo cálculos e maquetes eletrônicas que podem, com o auxílio do computador, ser realizados de forma mais rápida e menos onerosa. Os mesmos autores comentam ainda que essa mudança denota novas possibilidades no processo de projeto, permitindo que as habilidades projetuais ligadas à intuição sejam realizadas com a simulação de possibilidades e análises comparativas dos desdobramentos de cada uma destas.

Tzortzopoulos (1999), cujo trabalho apresenta uma proposta de organização detalhada de todo o processo, defende que a sistematização do desenvolvimento das atividades de projeto, bem como das informações necessárias em cada fase, são fatores essenciais para a melhoria do processo como um todo. Com o advento da tecnologia BIM este raciocínio se mantém

¹ Deve-se ter cuidado com a ideia de modelo único. Este pode ser único, mas não necessariamente o arquivo precisa ou pode ser um só.

e se reforça, exigindo, porém, novos modelos que orientem o processo como um todo.

A mudança no processo de projetar baseado em BIM é significativa e se reflete diretamente nos escritórios de arquitetura, uma vez que estes iniciam o processo e, em muitos casos, mediam e coordenam as demais especialidades. A partir desse contexto apresenta-se o objetivo deste trabalho, que é propor um modelo de processo de projeto para escritórios de arquitetura. A intenção é possibilitar que os escritórios de projeto arquitetônico atinjam um grau maior de eficiência ao adotar este novo conceito.

A abordagem no desenvolvimento dos projetos utilizando BIM, partindo dos escritórios de arquitetura se justifica, uma vez que o processo de projeto tem início com a concepção do projeto arquitetônico, tendo o arquiteto um papel destacado na disseminação desta nova forma de trabalhar. Não há dúvida de que as pesquisas relacionadas à BIM e o desenvolvimento de diferentes programas baseados neste conceito podem proporcionar uma grande diferenciação nos processos de projeto de arquitetura. Isso foi verificado nos escritórios que foram aqui estudados.

Assim, a problemática da presente investigação esteve sempre relacionada à demonstração da importância do desenvolvimento de um modelo de processo de projeto baseado em BIM, mais precisamente no seu planejamento e implantação nos escritórios de arquitetura.

Foram levantadas as aplicações dessa nova tecnologia em quatro escritórios de projeto de arquitetura, sediados em três capitais brasileiras. Com base no conhecimento do processo de projeto convencional, já bem organizados nas décadas de 1990 e 2000, em trabalhos como o de Melhado (2005), dentre outros e, com base no levantamento de problemas e dificuldades observadas nos escritórios estudados, foi possível elaborar um modelo genérico de processo de projeto com o uso da BIM, objetivo do presente artigo.

A pesquisa foi desenvolvida na Universidade Federal de Mato Grosso como atividade integrante do curso de pós-graduação em Engenharia de Edificações e Ambiental. Os autores fazem parte do Grupo Multidisciplinar de Estudos da Habitação.

MÉTODO

CARACTERÍSTICAS DOS ESCRITÓRIOS SELECIONADOS

Realizou-se a pesquisa em quatro escritórios de arquitetura: dois deles sediados em São Paulo, um em Cuiabá e outro em Goiânia, conforme destacado no Quadro 1.

Nos casos A e B os questionários utilizados e as observações puderam ser feitos de forma presencial, enquanto que nos casos C e D a coleta de informações foi feita via *web*. Além disso, no caso A (que também serviu de

Quadro 1. Escritórios de arquitetura e sua localização, roteiro de aplicação e data da pesquisa.

Escritório	Cidade	Roteiro de aplicação da pesquisa	Mês/Ano
A	Cuiabá	Primeiras questões. Elaboração de entrevista semiestruturada, presencial.	11/2011
B	São Paulo	Aplicação de entrevista semiestruturada, presencial.	12/2011
C	Goiânia	Aplicação de entrevista semiestruturada, via <i>web</i> .	02/2012
D	São Paulo	Aplicação de entrevista semiestruturada, via <i>web</i>	02/2012

Fonte: Garbini (2012).

estudo-piloto) foi possibilitada a presença do primeiro autor deste artigo nas atividades de projeto, no formato de pesquisa participante.

A empresa A é um escritório de projetos de arquitetura de pequeno porte (20 funcionários) e está em fase de implantação da BIM. Apresentou vantagem em relação às demais, pois contou com a assessoria de outra empresa² que contribuiu com muitas informações para a equipe de arquitetos.

A empresa B, de grande porte (134 funcionários), encontra-se em estágio avançado, com processo consolidado e planejamentos definidos. Este escritório demonstrou que é possível, através de um bom plano, conseguir alcançar a eficiência em projetos desenvolvidos com BIM, apesar das dificuldades encontradas no início.

A empresa C, um escritório de pequeno porte (apenas 07 funcionários), representa grande parte dos escritórios de arquitetura brasileiros, em que o arquiteto é proprietário do escritório e também quem desenvolve todos os projetos, com auxílio de estagiários. Esse tipo de escritório tende a encontrar mais dificuldades, pois não está preparado financeiramente para investir em novas tecnologias, equipamentos e treinamentos. No entanto, a empresa C demonstrou que é possível conseguir informações e avançar na utilização da BIM em projetos de arquitetura.

A empresa D é um escritório de arquitetura de médio porte (83 funcionários) que tem conseguido grandes resultados em seus projetos. Possui uma equipe técnica específica para desenvolver projetos utilizando BIM. Isto permite obter um rápido retorno em termos de resultados, uma vez que os profissionais foram qualificados e receberam treinamento.

MÉTODO DE ABORDAGEM

Yin (1994) caracteriza o estudo de caso como uma investigação empírica de um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real, especialmente quando limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos. Segundo este mesmo autor, o tipo mais convincente e sólido é o estudo de casos múltiplos, e para escolher o número necessário de casos, o pesquisador deve refletir sobre o número de replicações de caso que gostaria de ter no estudo.

A utilização de casos múltiplos deve seguir uma lógica de replicação, e não de amostragem. Os casos devem funcionar de uma maneira semelhante aos experimentos múltiplos, com resultados similares ou contraditórios previstos explicitamente no princípio da investigação. Em resumo, a justificativa para casos múltiplos deriva diretamente de seu entendimento de repetições literal e teórica (YIN, 1994).

ETAPAS DA PESQUISA, INSTRUMENTOS E QUESTÕES ABORDADAS

As questões que orientaram o levantamento em cada escritório permitiram identificar como foi realizada a implantação da tecnologia BIM, quais as dificuldades encontradas, as mudanças no processo de projeto e a padronização dos processos de desenvolvimento de projetos.

A pesquisa preliminar realizada na empresa A foi definida como a primeira etapa para o estabelecimento de critérios de seleção dos outros estudos de caso. Assim, os procedimentos utilizados para a coleta de dados, estruturação, descrição das informações e análise deste trabalho deram suporte para a realização das pesquisas nos demais estudos de caso.

² Empresa especializada em projetos e obras, com mais de 40 anos no mercado da construção civil e que possui um núcleo para o desenvolvimento de projetos BIM há mais de 05 anos.

Foram abordadas questões sobre a implantação da tecnologia BIM: como foi realizado o planejamento inicial, como aconteceram os treinamentos e como foram definidos os padrões de trabalho. Foram, portanto, abordadas questões relacionadas aos dados da tecnologia de informação existente, sobre o plano de aquisições de novos computadores e sobre a real necessidade de máquinas com maior capacidade de armazenamento de arquivos. O Quadro 2 mostra a relação completa de questões que foram utilizadas para guiar as entrevistas e observações nos escritórios estudados.

Quadro 2. Questões utilizadas para orientação das entrevistas e observações.

Assunto	Questões
Instrumentos para o planejamento da empresa (missão, objetivos e expectativas com a implantação da BIM)	<ul style="list-style-type: none"> Quais os objetivos principais da empresa para adotar a tecnologia BIM?
Instrumentos para o planejamento da equipe (guias, treinamento e consultorias)	<ul style="list-style-type: none"> A empresa buscou algum guia para implantar a BIM na empresa? Como foi definida a equipe a ser treinada? A empresa mantém a equipe sempre atualizada, buscando novos cursos, palestras e seminários na área?
Dificuldades na implantação	<ul style="list-style-type: none"> Como foi a escolha do primeiro projeto a ser desenvolvido em BIM? Quais foram as maiores dificuldades encontradas no desenvolvimento deste primeiro projeto?
Software utilizado	<ul style="list-style-type: none"> Qual o software utilizado para elaborar os projetos em BIM? Teve conhecimento inicialmente da necessidade da aquisição de hardwares e softwares?
Etapas do projeto tradicional	<ul style="list-style-type: none"> A composição de sua equipe de projeto mudou, após a implantação da BIM? Como era a sua equipe de projetos antes da implantação da BIM?
Etapas do projeto BIM	<ul style="list-style-type: none"> Com a adoção da tecnologia BIM é preciso maior número de informações do projeto na fase inicial – estudo preliminar?
Qualificação profissional	<ul style="list-style-type: none"> Para trabalhar com projetos em BIM foi identificada a necessidade de profissionais com maior nível de qualificação? Por quê?
Padrões (templates* e bibliotecas)	<ul style="list-style-type: none"> Para a utilização nos projetos, foi desenvolvido “template” exclusivo do escritório? Para a utilização nos projetos, foi desenvolvida biblioteca exclusiva do escritório? Foi adotado um padrão para nomenclatura das famílias e objetos a serem desenvolvidos?
Dificuldades gerais e perspectivas	<ul style="list-style-type: none"> Principais barreiras para adoção da tecnologia BIM. Reflexões sobre as tendências do BIM para o futuro.

Fonte: Garbini (2012). * *Template* (ou modelo de documento) é um documento sem conteúdo, com apenas a apresentação visual (apenas cabeçalhos, por exemplo) e instruções sobre onde e qual tipo de conteúdo deve entrar a cada parcela da apresentação – por exemplo, conteúdos que podem aparecer no início e conteúdos que só podem aparecer no final.

Como último ponto foram apresentadas as metodologias de trabalho, a dinâmica do desenvolvimento dos projetos com BIM, mapeando o modelo de processo de projeto praticado.

Para a proposição de um modelo de processo mais adequado ao conceito BIM, foram utilizadas as etapas de projeto consideradas pela AsBEA (ASSOCIAÇÃO..., 2000). Para ilustrar o processo de desenvolvimento do projeto (fluxos) e as etapas, foi adotada a mesma disposição empregada por Melhado (2005) que destaca as etapas do processo (reuniões, elaboração,

detalhamento, revisão, controle, análise, etc.) com os respectivos requisitos (documentos prévios), agentes envolvidos (participantes, projetistas das diferentes especialidades) e os produtos resultantes (projetos finalizados, relatórios, etc.).

RESULTADOS DOS ESTUDOS DE CASO

Os quatro casos analisados apresentaram estruturas diferentes, possibilitando identificar que muitas vezes a estrutura física do escritório de arquitetura não muda o objetivo final dos projetos, ou seja, a busca por maior qualidade no desenvolvimento destes.

Nos casos observados foi possível verificar que os escritórios mais bem estruturados tem acesso facilitado a novas tecnologias, já que possuem maior aporte de recursos financeiros para aquisição de novos softwares e treinamento de seus funcionários. Isso pode explicar porque estes escritórios já apresentam planejamento mais adequado para o desenvolvimento de seus projetos com BIM. Diferentemente, os escritórios menores, que representam grande parte dos escritórios de arquitetura brasileiros, podem encontrar maiores dificuldades, uma vez que não existe uma disponibilidade financeira constante para novos investimentos.

Quanto à implantação, além das dificuldades financeiras observadas, constatou-se a baixa qualificação dos profissionais para atender as novas exigências da tecnologia. Os profissionais sabem da existência de guias de implantação, no entanto, dificilmente são adotados, inclusive devido à falta de conhecimento de língua estrangeira.

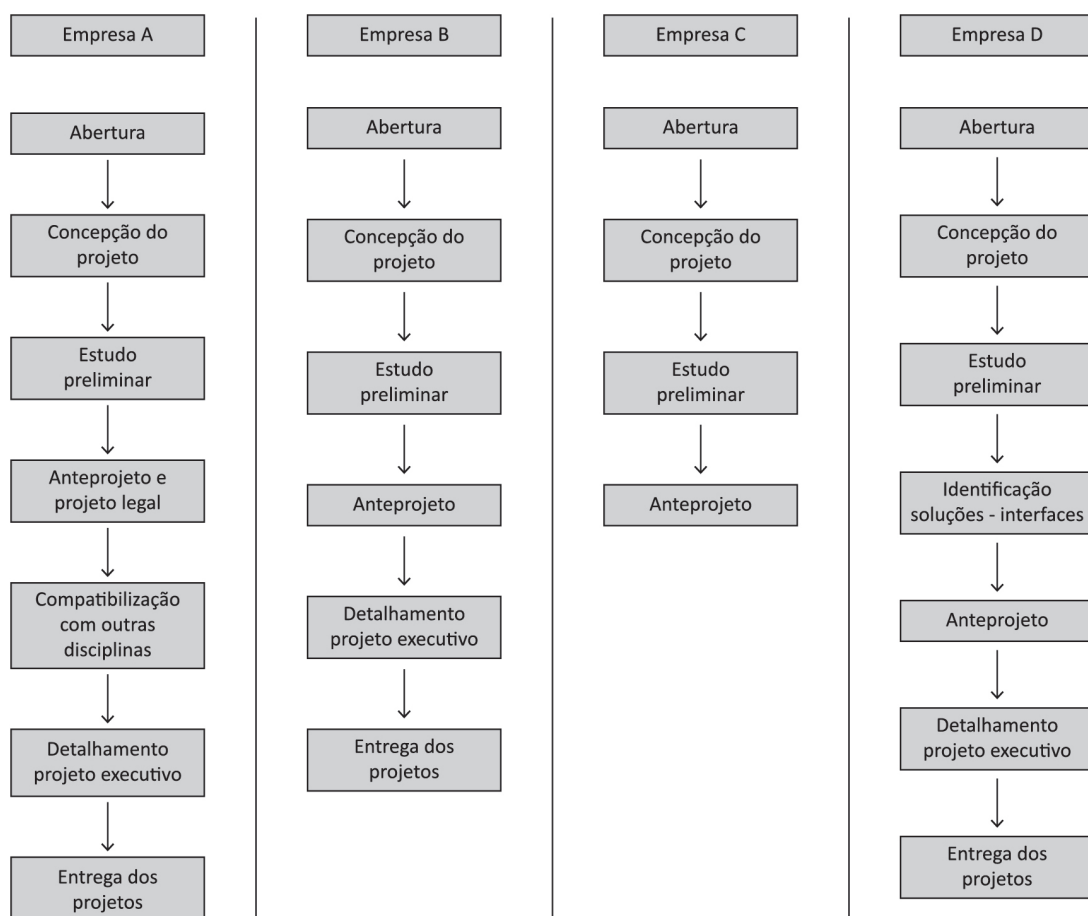
Para entender como os escritórios trabalhavam, foi necessário mapear o processo de projeto tradicional de trabalho, pois é através deste processo que estes escritórios estão buscando a adaptação para o uso da tecnologia BIM. A Figura 1 apresenta a sequência do processo de projeto tradicional das quatro empresas analisadas. Pode-se identificar semelhança nos processos, sendo que a maioria dos escritórios de arquitetura utiliza as etapas definidas pelo processo proposto pela AsBEA (ASSOCIAÇÃO..., 2000). Observa-se que a empresa A foi a única que apresentou a etapa de compatibilização do projeto arquitetônico com as outras disciplinas.

CONSIDERAÇÕES SOBRE O DESENVOLVIMENTO DOS PROJETOS COM O USO DA TECNOLOGIA BIM

Após a realização do mapeamento para entender como funcionavam os escritórios ao desenvolver projetos de maneira tradicional, levantou-se também o processo de projeto, utilizando a tecnologia BIM (Figura 2).

Para criar este planejamento de novas etapas, foi identificada a necessidade de um profissional importante, o coordenador BIM. Esse profissional é que faz o planejamento da implantação da tecnologia BIM, coordena o desenvolvimento dos projetos, a equipe técnica, e identifica as necessidades de cada projeto, principalmente o que será modelado. Também é sua função criar os níveis de detalhamento, controlar a equipe de projetos para que o modelo seja finalizado com alto nível de qualidade. Isto para que, seja possível extrair todas as informações identificadas como necessárias para cada projeto.

Nos casos estudados, concluiu-se que os escritórios de maior porte, justamente os que possuem um coordenador BIM, são os que já possuem um plano de modelagem detalhado, com todas as informações relacionadas ao desenvolvimento do projeto. Isso se mostra de grande importância, pois é através deste plano que o escritório conseguirá identificar onde



devem ocorrer mudanças no seu processo de trabalho e como devem ser desenvolvidos os modelos de arquitetura.

Figura 1. Processo de projeto tradicional nos quatro casos analisados. Fonte: Garbini (2012).

CONSIDERAÇÕES SOBRE O PROCESSO DE PROJETO UTILIZANDO A TECNOLOGIA BIM

Sobre o processo de projeto, os arquitetos diretores dos escritórios caracterizaram suas equipes antes da implantação da tecnologia BIM, como sendo dispersas, existindo falta de comunicação entre as equipes, ocasionando erros de projeto.

Com a implantação da tecnologia BIM no desenvolvimento dos projetos, o relato foi que as equipes trabalham de forma conjunta, da forma como a tecnologia exige, resultando em menos erros de projetos e, conseqüentemente, aumentando a qualidade dos mesmos.

Outra constatação foi a necessidade de contratar profissionais com um novo perfil. Para desenvolver projetos com BIM são necessários projetistas de arquitetura com experiência em construção e modelagem de arquitetura.

O resultado principal no que diz respeito a processos de projeto, é que o mercado está exigindo cada vez mais, profissionais com maior capacidade técnica para desenvolver os projetos. Para utilizar a tecnologia BIM é necessário conhecimento em sistemas construtivos, especificações de materiais e domínio razoável sobre custos.

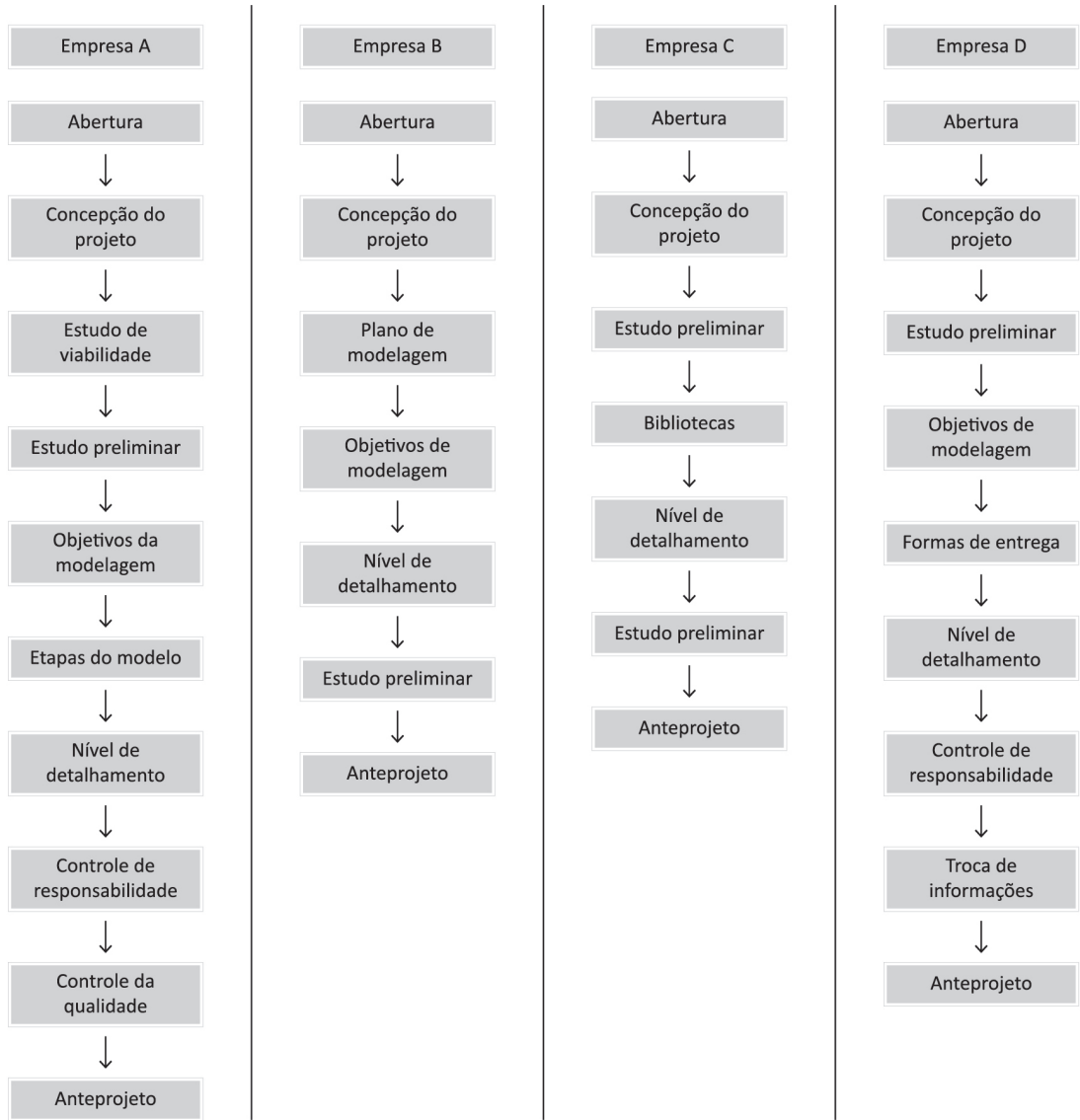


Figura 2. Processo de projeto utilizando a tecnologia BIM nos quatro casos analisados. Fonte: Garbini (2012).

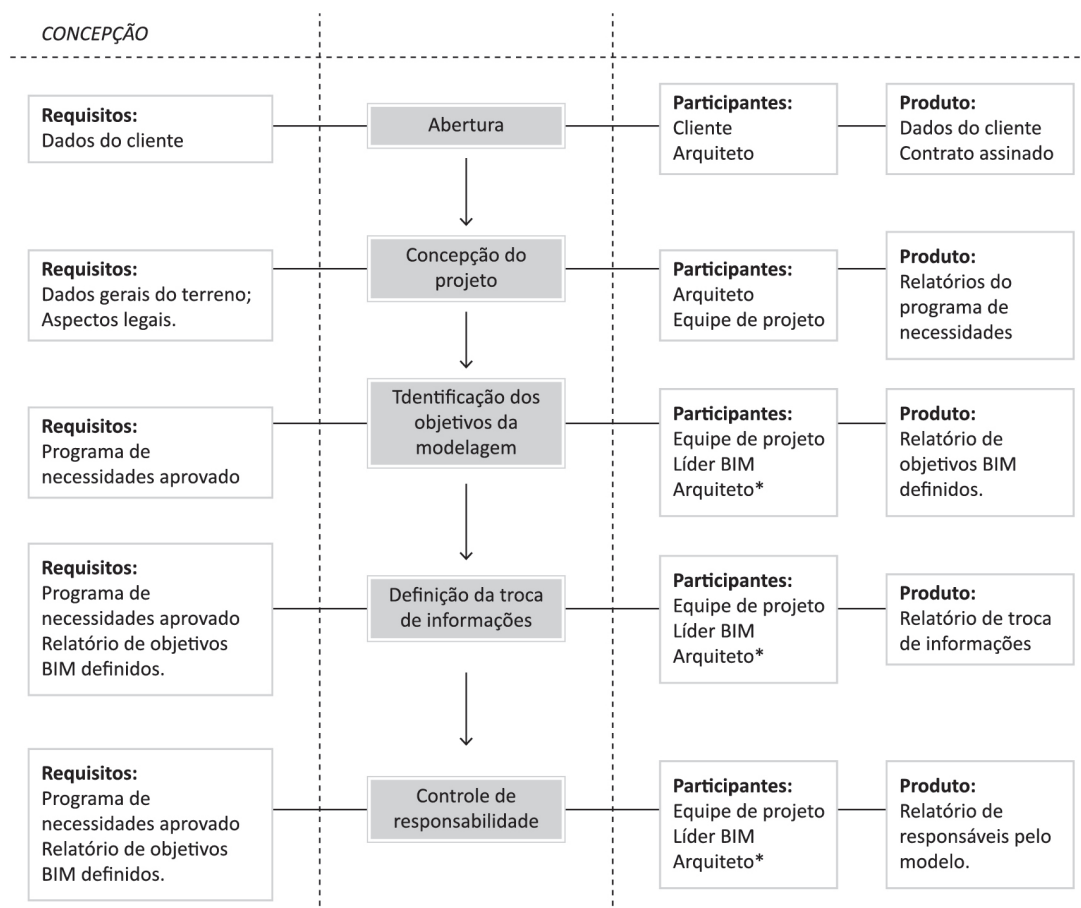
PROPOSTA DE MODELO DE PROCESSO DE PROJETO COM O USO DA BIM

As etapas do processo envolvem o levantamento de dados, o estudo preliminar, o anteprojeto, o projeto legal, o projeto executivo (subdividido em projeto pré-executivo, projeto básico, projeto executivo e detalhes de execução), caderno de especificações, compatibilização, coordenação, gerenciamento dos projetos, assistência à execução da obra, e, serviços adicionais (opcional).

De acordo com as informações coletadas nos estudos de caso, foi realizada uma adequação, de acordo com as necessidades exigidas pelo projeto quando o mesmo é desenvolvido com a BIM. Para o modelo proposto foram adotadas três etapas: concepção, desenvolvimento e conclusão. Descreve-se, nos parágrafos seguintes o formato de cada uma destas etapas e faz-se, ao final, um comparativo entre o modelo proposto e o modelo tradicional.

FASE DE CONCEPÇÃO

A Figura 3 ilustra o fluxo de desenvolvimento desta primeira fase. A etapa inicial é marcada pelo primeiro contato entre o escritório de arquitetura e o cliente. Nessa primeira etapa é feita a identificação das necessidades do cliente para em seguida ser elaborada a proposta para elaboração do projeto. Após a aprovação desta proposta, é elaborado o contrato.



Nesta fase é realizado o levantamento de dados do terreno, com a consulta a todos os órgãos legais necessários. Em seguida, é realizada a definição do programa de necessidades juntamente com o cliente, seguindo então para o desenvolvimento do estudo preliminar.

Após todo este processo de abertura e identificação de necessidades, é necessária a primeira reunião com o líder BIM ou arquiteto diretor do escritório que pode desenvolver essa função. Isto para que sejam definidos os objetivos do modelo de arquitetura, apresentando a todos da equipe técnica quais as necessidades da modelagem do projeto.

Após a identificação dos objetivos, é preciso definir como será realizada a troca de informações durante o desenvolvimento do projeto. Com isso identificam-se quais os projetistas envolvidos no projeto que trabalharão com a tecnologia BIM e como será realizada a troca de informações entre todos. Nesta etapa, são identificados quais são os membros da equipe técnica que possuem a qualificação necessária para a modelagem que se necessita desenvolver para o projeto em questão.

Figura 3. Modelo proposto - fase de concepção.
Fonte: Garbini (2012).

A importância de se definir os objetivos da modelagem já na fase de concepção é significativa. A equipe de projetos identificará antecipadamente as necessidades que este projeto exigirá ao longo do seu desenvolvimento, podendo assim definir melhores estratégias de trabalho, como a criação de bibliotecas necessárias para o projeto e a utilização de *template* adequado às informações que o projeto a ser desenvolvido exigirá.

A mesma situação ocorre na definição das trocas de informações. Estas precisam ser detalhadas ainda nesta fase inicial, pois com esse planejamento, não se corre o risco de definir um membro da equipe técnica que não tenha a qualificação necessária para desenvolver o modelo, atrasando o desenvolvimento do projeto.

FASE DE DESENVOLVIMENTO

No estudo preliminar são aplicadas todas as informações recolhidas pelo arquiteto com o cliente, ou seja, é quando é elaborada a representação do projeto para apresentação, com o desenvolvimento de maquetes eletrônicas para melhor entendimento do volume do projeto.

Com a utilização da tecnologia BIM, na fase de desenvolvimento do estudo preliminar, existem duas opções que podem ser realizadas: (a) sem detalhamentos, desenvolvendo imagens tridimensionais em outro programa para apresentação do cliente ou (b) com os principais materiais de acabamento definidos e geração de imagens tridimensionais para o cliente, com a utilização apenas do software BIM. A segunda alternativa se mostra ideal, pois dessa forma, o escritório diminui retrabalhos, obtendo a imagem gerada a partir de um único software.

A opção por desenvolver a imagem tridimensional ainda ocorre, em razão dos escritórios estarem ainda acostumados a definir acabamentos e materiais apenas na fase de projeto executivo. Com a tecnologia BIM estas definições podem ser realizadas e apresentadas ao cliente na fase de estudo preliminar.

Com a aprovação do estudo preliminar, é preciso criar as etapas do modelo (exemplos: anteprojeto, executivo, projeto básico) e definir o nível de detalhamento de cada etapa que foi criada. Após a definição das etapas e dos níveis de detalhamento é preciso identificar em quais categorias serão elaboradas cada etapa do modelo (exemplos: categorias de janelas, portas, pisos, paredes).

A Figura 4 ilustra o desenvolvimento proposto para a segunda fase.

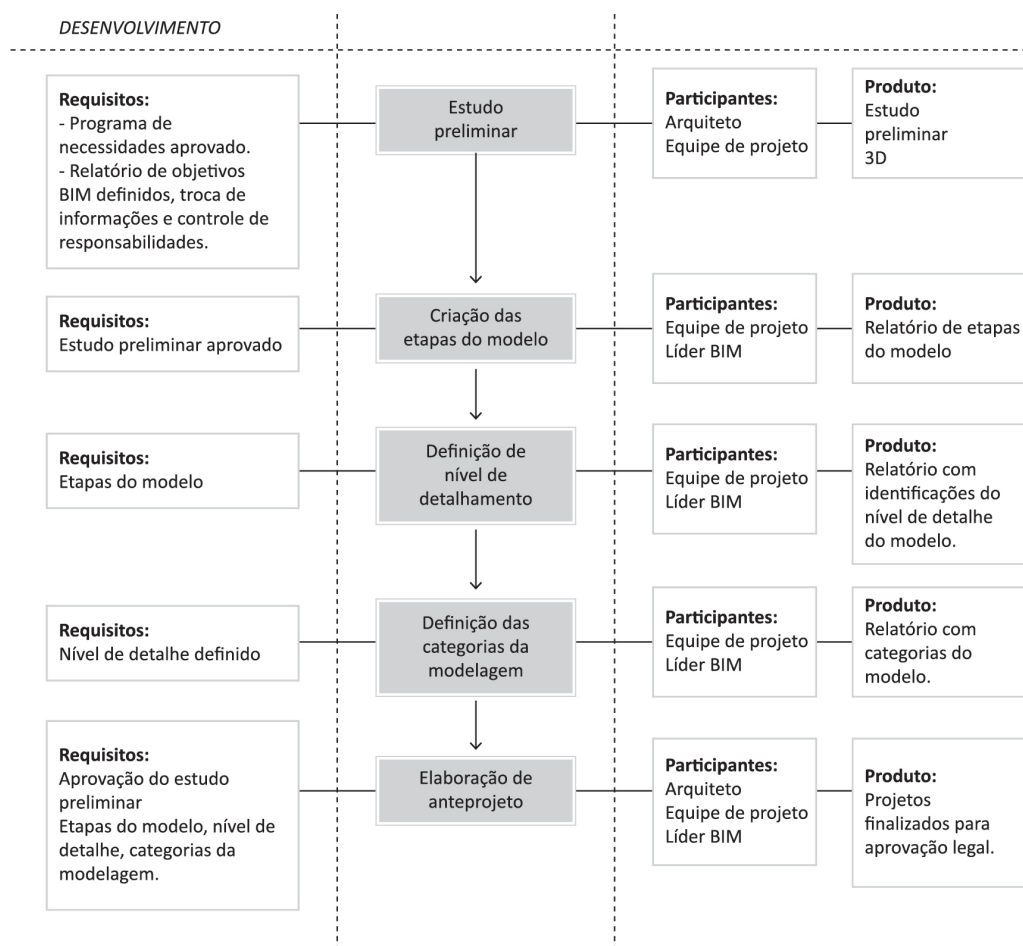
Após todas essas definições, o planejamento para modelagem estará completo e o anteprojeto será desenvolvido de forma que, ao final, se consiga extrair as informações definidas no início do desenvolvimento do modelo de arquitetura.

FASE DE CONCLUSÃO

Faz parte da fase de conclusão o projeto executivo que é subdividido em: projeto pré-executivo, projeto básico, projeto de execução e detalhes de execução; caderno de especificações; compatibilização; coordenação; gerenciamento dos projetos; assistência à execução da obra; e serviços adicionais (opcional). A Figura 5 mostra o fluxo desta última fase.

Com a tecnologia BIM, a busca de especificações de materiais de acabamento e a definição de materiais de construção podem ser realizadas na fase de anteprojeto.

Com essas questões definidas, a fase de conclusão que inclui a elaboração do projeto executivo tem seu tempo reduzido, pois os projetos já estão prontos. Também se ganha tempo com a questão dos detalhamentos, pois com a BIM esses detalhes já foram definidos no anteprojeto. O mesmo acontece



com a compatibilização, pois caso os projetistas das demais especialidades trabalhem com BIM, torna-se possível a junção de todos os projetos, realizando a compatibilização automaticamente³.

Para manter a qualidade do modelo, é preciso criar mecanismos de controle, para que seja possível realizar a correção do modelo e identificar possíveis erros. A etapa de controle da qualidade do projeto entra na fase de conclusão, pois é quando a equipe que desenvolveu o projeto irá fazer uma análise geral do modelo desenvolvido com base no que foi definido nos objetivos do projeto. Após essa análise será emitido um relatório com os itens que foram atendidos, e a justificativa quanto aos itens que não foram atendidos.

Por fim, é preciso definir como será a entrega do projeto, com a definição da autoria do projeto e como serão controladas as alterações no modelo ao longo da sua utilização.

ANÁLISE GERAL DO MODELO PROPOSTO

Os estudos de caso apresentados contribuíram fundamentalmente para a elaboração deste modelo. Com os dados obtidos e com a experiência vivenciada nos estudos de caso foi possível identificar o que se pode chamar de erros de procedimentos durante a elaboração dos projetos.

Figura 4. Modelo proposto - fase de desenvolvimento. Fonte: Garbini (2012).

³ Já existem profissionais que estão trabalhando na área de compatibilização com BIM, embora ainda seja um começo. Existem escritórios que fazem a compatibilização automática, onde é gerado um relatório com as interferências e enviado aos projetistas.

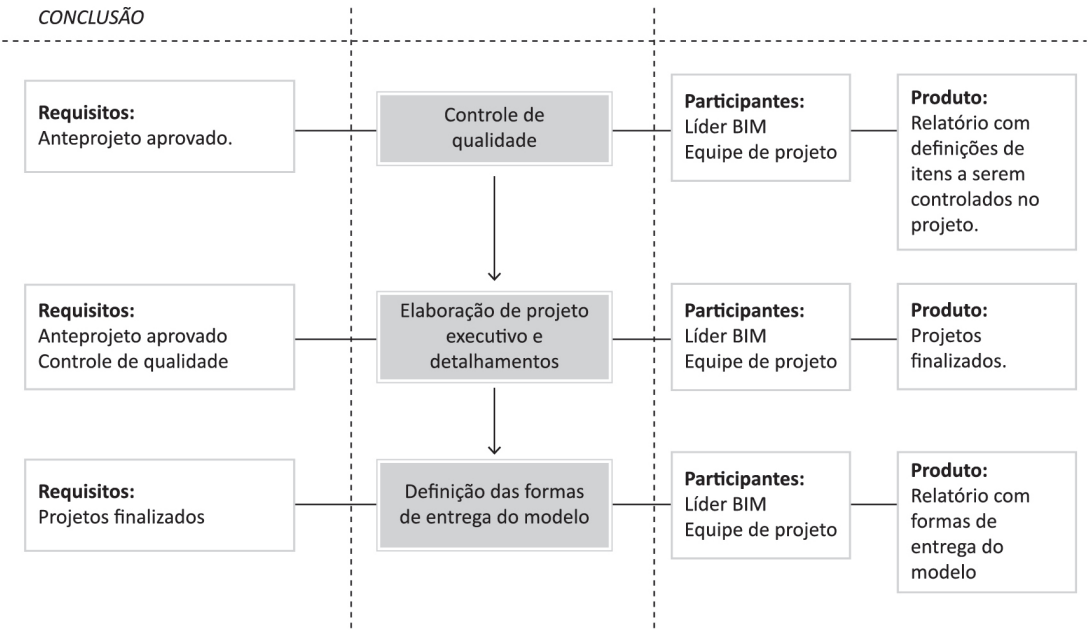


Figura 5. Modelo proposto - fase de conclusão.
Fonte: Garbini (2012).

Entende-se que o modelo aqui proposto é mais adequado, pois busca corrigir a sequencia das várias etapas (e, conseqüentemente, os requisitos, os participantes e os produtos correspondentes), considerado ideal dentro do contexto de escritórios que iniciam a implantação da BIM. Na Figura 6 são apresentados, de forma resumida, os fluxos das empresas investigadas em comparação com o fluxo proposto.

As adequações mostradas à Figura 6 são as seguintes:

- Foi retirada a fase de “Definição” porque o termo “Desenvolvimento” é mais adequado em razão de existirem definições de projeto e início do desenvolvimento do projeto com a elaboração do anteprojeto.
- Foi acrescentada a fase de “Conclusão”. Nas empresas investigadas o processo foi acompanhado até a fase de anteprojeto, mas no modelo proposto abrange o que se pode chamar de conclusão, pois há necessidade de serem inseridos instrumentos de controle e de entrega do modelo.
- A etapa de *Identificação dos objetivos da modelagem* saiu da fase de Desenvolvimento e passou para a fase de Concepção porque é importante que os objetivos da modelagem do projeto sejam definidos antes do início do desenvolvimento do projeto, pois é a fase em que são identificadas as necessidades do modelo de arquitetura.
- A etapa de *Definição das trocas de informações* passou para a fase de Concepção porque nesse item são identificados os membros da equipe que tem a habilidade necessária e quais os projetistas estarão envolvidos no projeto. É necessário que isso seja definido antes do desenvolvimento do projeto.
- A etapa de *Controle de responsabilidades* também passa a acontecer mais cedo, indo também para a fase de Concepção. Isto porque, ao identificar os membros da equipe que desenvolverão o modelo, serão definidas as responsabilidades de cada um, de tal modo que, na etapa final seja possível realizar o controle de qualidade.
- As etapas de: (a) *Criação das etapas do modelo*, (b) *Definição de níveis de detalhe*, (c) *Definição das categorias de modelagem* e (d) *Elaboração do*

Empresa A	Empresa B	Empresa C	Empresa D	Modelo proposto
Concepção	Concepção	Concepção	Concepção	Concepção
Abertura Concepção do projeto	Abertura Concepção do projeto	Abertura Concepção do projeto	Abertura Concepção do projeto	Abertura Concepção do projeto Identificação dos objetivos da modelagem Definição da troca de informações Controle de responsabilidades
Definição	Definição	Definição	Definição	Desenvolvimento
Estudo de viabilidade Estudo preliminar		Estudo preliminar	Estudo preliminar	Estudo preliminar Criação das etapas do modelo Definição do nível de detalhe Definição das categorias de modelagem Elaboração do anteprojeto
Desenvolvimento	Desenvolvimento	Desenvolvimento	Desenvolvimento	Conclusão
Objetivos da modelagem Etapas do modelo Nível de detalhamento Controle de responsabilidades Controle de qualidade Anteprojeto	Objetivos da modelagem Nível de detalhamento Plano de modelagem Anteprojeto	Nível de detalhamento Bibliotecas Anteprojeto	Objetivos da modelagem Formas de entrega Nível de detalhamento Controle de responsabilidades Troca de informações Anteprojeto	Controle de qualidade Elaboração do projeto executivo e detalhamento Definição das formas de entrega do modelo

anteprojeto continuam na fase de desenvolvimento de projeto, pois são definições a serem realizadas após a aprovação do estudo preliminar.

- Na Conclusão, o item *Controle de qualidade* manteve-se na mesma fase, pois esse controle é realizado após a finalização do projeto. Mesma situação ocorre nos projetos executivos e detalhamentos que só são elaborados após aprovação do anteprojeto.
- O item *Formas de entrega do modelo* passou da fase de desenvolvimento para a fase de conclusão, pois só é realizado com o projeto finalizado e aprovado. As formas de entrega do projeto precisam ser estabelecidas com base nas características de cada projeto. A equipe deve desenvolver uma linguagem de projeto BIM que precisa ser incorporada aos contratos, pois é preciso criar mecanismos de controle de autoria nas alterações do modelo ao longo da execução e manutenção do projeto.

É importante explicar que este fluxo do modelo pode ser adaptado de acordo com as características organizacionais do escritório que for implantá-lo.

Em escritórios que estão iniciando o uso da tecnologia BIM, a implantação deste modelo poderá passar por algumas barreiras iniciais, como a não adoção de alguns procedimentos de controle. Porém cabe salientar que a experiência dos escritórios cresce à medida que todos os membros da equipe técnica começam a conhecer e se envolver com novos processos de trabalho, novos softwares e novas formas de controle do projeto.

Figura 6. Etapas de projeto das empresas A, B, C e D comparadas com as etapas do modelo proposto. Fonte: Garbini (2012).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação da entrevista contribuiu para uma análise qualitativa dos casos. Com a compilação de todas as informações foi possível confirmar o quanto a tecnologia BIM vem alterando o desenvolvimento do processo de projeto nos escritórios de arquitetura. Nas quatro empresas analisadas, a equipe técnica comentou que com o uso da tecnologia BIM a elaboração dos projetos passou a ser desenvolvida de forma colaborativa. Com profissionais trabalhando em um mesmo modelo (nos casos estudados, em um arquivo único), foi verificada a diminuição dos erros projeto, aumentando a qualidade e a produtividade do escritório.

As entrevistas realizadas fizeram com que fosse possível entender como estes escritórios de arquitetura estão começando a trabalhar com a tecnologia BIM, quais os tipos de planejamento estão sendo feitos para implantá-la. Confirma-se, com base nos casos estudados, que o estágio da adoção da tecnologia BIM ainda é inicial, pois todos os escritórios analisados ainda desenvolvem apenas os projetos de arquitetura, não existindo ainda a participação conjunta de arquitetos com projetistas das demais áreas e engenharias, para que possa ser feita a compatibilização. Por outro lado, as análises para definir iluminação, realizar a dinâmica do canteiro de obras, fazer simulações do andamento da obra, fazer cálculos térmicos, dentre outras, podem ser feitas individualmente, sem problemas.

Como pressuposto desta pesquisa, tinha-se que os escritórios de arquitetura não utilizavam um planejamento formal e completo para começar a desenvolver seus projetos em BIM. Este pressuposto foi verificado e confirmado, visto que nenhum escritório possuía planejamento completo para o início do desenvolvimento de seus projetos com a BIM. No único escritório onde houve planejamento (caso A), este não foi desenvolvido pelo escritório de arquitetura, mas, sim, por uma empresa coordenadora de projetos, contratada pelo cliente.

Constata-se que a implantação e o desenvolvimento dos projetos com uso da tecnologia BIM ainda encontra-se em fase preliminar no Brasil, existindo poucas exceções, como os grandes escritórios de arquitetura que, por possuírem uma equipe mais estruturada, conseguem avançar na utilização da tecnologia.

De forma geral, existe a tendência dos escritórios de projeto não desenvolverem um planejamento adequado para implantação da tecnologia BIM. Nos casos estudados, verificou-se que os profissionais sabem da existência de guias de implantação, no entanto, dificilmente são adotados. Observou-se que existe até mesmo a falta de conhecimento de língua estrangeira por parte da equipe técnica.

É evidente que os escritórios anseiam por aumentar a qualidade e produtividade de seus projetos, e pretendem conseguir essas vantagens com a utilização da tecnologia BIM. No entanto, sem ter o conhecimento acerca das mudanças no processo de trabalho que irão ocorrer e sobre as necessidades do escritório em termos de equipe técnica e equipamentos, a tecnologia BIM pouco irá contribuir para a melhoria de seus projetos.

É nítido verificar que, de modo geral, os escritórios de arquitetura apresentam dificuldades em mudar seu método de trabalho, com destaque para a utilização de novos softwares, sobretudo as empresas que já vem adotando a tecnologia BIM. Poucos profissionais possuem conhecimento amplo nesta área. Verificou-se que estes novos programas ainda estão sendo subutilizados, pois as informações relativas a outros integrantes do processo não estão sendo agregadas ao modelo. Tais dificuldades são distintas: as barreiras com software podem ser resolvidas com treinamento, enquanto

que a necessidade de agregação de todos os projetistas envolve mudança no conceito de elaboração do projeto, ou seja, constitui desafio maior.

Conclui-se que há um grande caminho a ser percorrido pelo setor de projetos da construção civil. É necessária a maior participação de fornecedores e outros projetistas no processo como um todo para que maiores vantagens sejam alcançadas com a tecnologia. Alinhar o desenvolvimento do processo de projeto utilizando a tecnologia BIM, com as reais necessidades dos escritórios de arquitetura, ainda pode ser considerado um grande desafio para a indústria da construção civil.

Os escritórios de arquitetura estão envolvidos em práticas atuais de projeto, nas quais dificilmente chega-se à fase de projeto executivo, ou seja, não são elaborados todos os detalhamentos necessários para a execução da obra. Tais práticas colaboram para a baixa qualidade dos projetos e constituem ainda em obstáculos para a introdução de melhorias no processo.

É também relevante comentar que profissionais com o perfil interdisciplinar desejável para atuar dentro deste novo conceito de desenvolvimento de projetos dificilmente serão formados rápida e completamente pelas universidades. Assim, as dificuldades dos escritórios não devem ser resolvidas em curto prazo. Transpor as dificuldades financeiras para aquisição de hardware e software será, muito provavelmente, mais fácil que resolver as lacunas de qualificação dos profissionais de projeto.

Embora o modelo de processo de projeto aqui proposto ainda deva ser aplicado e avaliado, com o objetivo de validá-lo, os autores acreditam que o mesmo pode contribuir com os arquitetos e escritórios que objetivam a implantação da nova tecnologia e uma nova forma de desenvolver seus projetos. Houve a preocupação de se criar e uma estrutura objetiva, um conjunto de procedimentos simples, direcionados aos escritórios de arquitetura menores, mas que pretendem adotar um mínimo de planejamento.

AGRADECIMENTOS

A CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do Ensino Superior) pela bolsa de estudos que permitiu o desenvolvimento desta pesquisa. E aos arquitetos diretores das quatro empresas estudadas, bem como das equipes de projeto, permitindo que fossem feitas as entrevistas, as observações e o acompanhamento de projetos.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, M. L. V. X.; RUSCHEL, R. C. BIM: conceitos, cenários das pesquisas publicadas no Brasil e tendências. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DE PROJETOS, 1., 2009, São Carlos. **Anais...** São Carlos: RiMa, 2009a. p. 602-613.
- ANDRADE, M. L. V. X.; RUSCHEL, R. C. Interoperabilidade de aplicativos BIM usados em arquitetura por meio do formato IFC. **Gestão e Tecnologia de Projetos**, São Paulo, v. 4, n. 2, p. 76-111, 2009b.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA - ASBEA. Roteiro básico de desenvolvimento de projetos de arquitetura. In: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA - ASBEA. **Manual de contratação de serviços de arquitetura para espaços empresariais**. São Paulo: Pini, 2000. cap. 5.
- AYRES FILHO, C. **Acesso ao modelo integrado do edifício**. 2009. 148 f. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Paraná, Programa de Pós-Graduação em Construção Civil do Setor de Tecnologia, Curitiba, 2009.
- EASTMAN, C. M. et al. **BIM Handbook: a guide to building information modeling for**

owners, managers, designers, engineers and contractors. New Jersey: John Wiley & Sons, 2008. 490 p. <http://dx.doi.org/10.1002/9780470261309>

FABRÍCIO, M. M.; MELHADO, S. B.; GRILO, L. **O ensino de projeto e a prática projetual em equipes multidisciplinares**. São Paulo: Escola Politécnica USP, 2002. Disponível em: <http://leonardogrilo.pcc.usp.br/revista_risco.pdf>. Acesso em: 5 out. 2010.

FABRÍCIO, M. M.; MELHADO, S. B. Projetos da produção e projetos para produção na construção de edifícios: discussão e síntese de conceitos. In: ENCONTRO NACIONAL DA TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 7., 1998, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ANTAC; UFSC, 1998.

FABRÍCIO, M. M.; ORNSTEIN, S. W.; MELHADO, S. B. Conceitos de qualidade no projeto de edifícios. In: FABRÍCIO, M. M.; ORNSTEIN, S. W. (Org.). **Qualidade no projeto de edifícios**. São Carlos: RiMa; ANTAC, 2010. p. 5-22.

GARBINI, M. A. L. **Proposta de modelo para implantação e processo de projeto utilizando a tecnologia BIM**. 2012. 182 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Edificações e Ambiental)-Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2012.

KOSKELA, L. et al. Technology adoption in the BIM implementation for lean architectural practice. **Automation in Construction**, Amsterdam, v. 20, p. 189-195, 2011. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/journal/02934532>>. Acesso em: 12 jul. 2011.

MELHADO, S. B. **Qualidade do projeto na construção de edifícios**: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção de edifícios. 1994. 294 f. Tese (Doutorado)-Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

MELHADO, S. B. (Org.). **Coordenação de projetos de edificações**. São Paulo: O Nome da Rosa, 2005.

MOUM, A. A framework for exploring the ICT impact on the architectural design process. **Electronic Journal of Information Technology in Construction**, Sweden, v. 11, p. 409-

425, 2006. Disponível em: <http://www.itcon.org/data/works/att/2006_30.content.07890.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2010.

NASCIMENTO, L. A.; SANTOS, E. T. A. Contribuição da Tecnologia da Informação ao processo de projeto na construção civil. In: WORKSHOP DE GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 2001, São Carlos. **Anais...** São Carlos: EESC-USP, 2001.

OLIVEIRA, M. R. **Modelagem virtual e prototipagem rápida aplicadas em projetos de arquitetura**. 2011. 140 f. Dissertação (Mestrado)-Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011.

PICCHI, F. A. **Sistemas de qualidade na construção de edifícios**. São Paulo: EPUSP, 1993. (Boletim Técnico BT/PCC/104).

ROMANO, F. V. **Modelo de referência para o Gerenciamento do processo de projeto integrado de edificações**. 2003. Tese (Doutorado)-Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, Universidade de Santa Catarina, 2003.

ROMANO, F. V.; BACK, N.; OLIVEIRA, R. D. A. Importância da modelagem do processo de projeto para o desenvolvimento integrado de edificações. In: WORKSHOP DE GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, São Carlos, 2001. **Anais...** São Carlos: USP, 2001.

RUSCHEL, R. C. et al. *Building Information Modeling* para projetistas. In: FABRÍCIO, M. M.; ORNSTEIN, S. W. (Org.). **Qualidade no projeto de edifícios**. São Carlos: RiMa; ANTAC, 2010. p. 137-162.

TZORTZOPOULOS, P. **Contribuições para o desenvolvimento de um modelo do processo de projeto de edificações em empresas construtoras incorporadoras de pequeno porte**. 1999. 150 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil)-Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.

YIN, R. K. **Case study research: design and methods**. Sage Publications, 1994.

Correspondência

Marcele Ariane Lopes Garbini, marcelearg@hotmail.com
Douglas Queiroz Brandão, dbrandao@ufmt.br